

# **PRESEK**

**List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje**

ISSN 0351-6652

Letnik **29** (2001/2002)

Številka 4

Strani 220-222

Andrej Likar:

## **MERJENJE TEMPERATURE Z ROKO**

Ključne besede: fizika, merjenje temperature, termometer na dotik.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/29/1482-Likar.pdf>

© 2002 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## MERJENJE TEMPERATURE Z ROKO

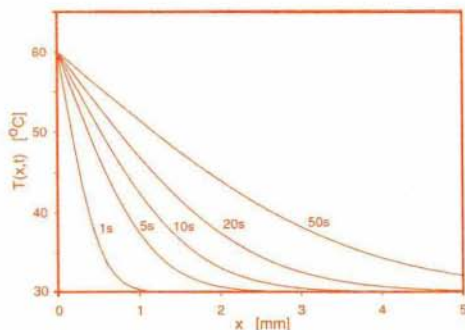
S preprostim poskusom se prepričamo, da je merjenje temperature s tipanjem kaj nezanesljivo. V tri posode nalijemo vodo: v prvo posodo zelo toplo, v drugo mlačno, v tretjo pa hladno. Eno roko potopimo v toplo, drugo pa v hladno vodo in čez nekaj časa obe roki potopimo v mlačno vodo. Za roko, ki smo jo prej potopili v toplo vodo, se zdi mlačna voda hladna, za drugo pa prav topla. Podobne občutke imamo, ko se gremo kopat v bazen. Voda v njem se zdi zelo hladna, če pridemo iz vročega brbotalnika, in prav topla, če smo se prej oprhali s hladno vodo.

Pa vendar tudi s tipanjem v posebnih okoliščinah kar zanesljivo ocenimo temperaturo. Ko potipamo vroče čelo bolnika, lahko na stopinjo natančno povemo njegovo temperaturo. Oceniti je moč tudi primerno temperaturo olja v ponvi za cvrtje hrane: zadošča, da se z dlanjo na kak centimeter približamo površini. Enologi so na temperaturo vina kar se da občutljivi in se zmrdujejo že, če ta ni na del stopinje prava.

V območju med  $45^{\circ}\text{C}$  in  $70^{\circ}\text{C}$  temperaturo dobro ocenijo mojstri za centralno kurjavo s tipanjem jeklene cevi, po kateri se pretaka vroča voda za ogrevanje. Njihova metoda je precej preprosta. Zgrabijo cev in hkrati začno šteti sekunde do trenutka, ko cevi ne morejo več držati. Pri tem je izmerjeni čas zelo dobro merilo za temperaturo cevi. Ker utegne ta metoda kdaj koristiti, si jo oglejmo nekoliko podrobneje. S preprostim modelom bomo povezali čas in temperaturo cevi.

Na sliki 1 je prikazan potek temperature v roki za izbrane čase od trenutka, ko smo se tesno dotaknili vroče kovinske plošče s temperaturo  $60^{\circ}\text{C}$ . S slike razberemo, da se po eni sekundi tkivo na globini 1 mm še ne segreje, na globini 0,3 mm pa že doseže temperaturo preko  $40^{\circ}\text{C}$ . Z naraščajočim časom se segrevajo vse globlji deli tkiva. Po 50 sekundah bi se vsa koža, ki je približno milimeter debela, segrela na temperaturo preko  $50^{\circ}\text{C}$ . Seveda se to ne zgodi, saj že po eni sekundi ne zdržimo prijema in roko odmaknemo od vroče plošče. Do krivulj na sliki 1 smo prišli z računom, ki pa ga tu ne bomo podrobneje razčlenjevali. Privzeli smo, da je temperatura plošče vseskozi enaka, in za kožo privzeli podatke o toplotni prevodnosti, specifični toploti in gostoti, ki veljajo za vodo.

Da povežemo čas dotika in temperaturo plošče, privzamemo, da moramo odtegniti roko, ko koža na določeni globini preseže dano temperaturo, recimo ji temperatura praga. Globina je povezana z oddaljenostjo čutnic za temperaturo, ki je višja od telesne. Zanimivo je, da so v koži poleg teh še čutnice za temperaturo, ki so nižje od telesne. Ker podatki o oddaljenosti čutnic od površine kože niso zanesljivi, poleg tega pa je za občutek vročine pomembna tudi hitrost, s katero se temperatura na

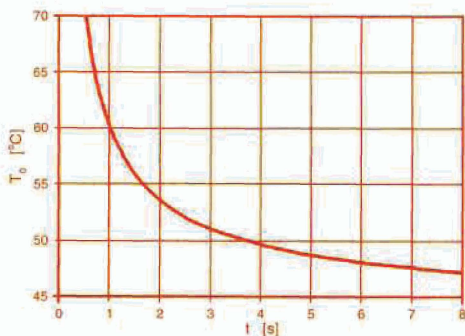


Slika 1. Potek temperature v koži po preteku navedenega časa. Temperatura plošče je vseskozi enaka  $60^{\circ}\text{C}$ . (Bralcem, ki se spoznajo na računanje prevajanja toplote, naj povemo, da smo za toplotno difuzijsko konstanto  $D$  privzeli vrednost  $D = 0,15 \text{ mm}^2/\text{s}$ .)

mestu čutnic spreminja, bomo v našem primeru privzeli globino  $0,3 \text{ mm}$ , ki daje dobro ujemanje z meritvami. Pri višji temperaturi plošče se plast kože na globini  $0,3 \text{ mm}$  hitreje ogreje do temperature praga kot pri nižji. Razumljivo je, da termometer ne bo več uporaben, ko bo temperatura plošče nižja od temperature praga. Z nekaj preprostimi poskusi smo ocenili, da je temperatura praga le  $42^{\circ}\text{C}$ . Če bi ploščo ogrevali zelo počasi, bi zdržali tudi kako stopinjo več.

Na podlagi računa, ki je pripeljal tudi do krivulj na sliki 1, smo poiskali čase  $t$ , pri katerih temperatura plasti v globini  $0,3 \text{ mm}$  ravno preseže temperaturo praga. Pri tem smo pri vsaki temperaturi plošče  $T_0$  v območju med  $45^{\circ}\text{C}$  in  $70^{\circ}\text{C}$  poiskali čas  $t$ . Rezultati so prikazani na sliki 2. Krivuljo na njej bi lahko imenovali umeritvena krivulja, če bi šlo za preciznejši termometer. Velja si zapomniti le nekaj značilnih točk. Tako moramo pri temperaturi plošče  $70^{\circ}\text{C}$  odtegniti roko že po pol sekunde, pri temperaturi  $65^{\circ}\text{C}$  po  $3/4$  sekunde, pri  $60^{\circ}\text{C}$  po sekundi, pri  $55^{\circ}\text{C}$  po dveh, pri  $50^{\circ}\text{C}$  po štirih in pri  $45^{\circ}\text{C}$  po kakih osmih sekundah.

Zanimivo bi bilo izvedeti, do kolikšne mere so podane vrednosti splošne. Pričakujemo, da so ljudje s tanjšo kožo občutljivejši in so za njih navedeni časi predolgi. Opozoriti velja, da moramo delati poskuse, kar se da previdno, da si ne opečemo rok. Najlaže se umerimo na debelejši cevi za centralno kurjavo z vgrajenim termometrom. V hišah z lastno kotlarno takih cevi ni težko najti.



Slika 2. Umeritvena krivulja termometra na dotik. Pri računanju smo privzeli, da so čutnice za vročino 0,3 mm globoko v koži in da je temperatura praga  $42^{\circ}\text{C}$ .

Sicer poskusov v tej smeri ni prav lahko narediti. Poskusimo lahko s ploščo električnega likalnika, ki jo s tokom le nekaj sekund ogrevamo, potem pa pri izključenem likalniku počasi ohlajamo. Da se ne opečemo, moramo zanesljivo vedeti, kolikšna je temperatura plošče v trenutku, ko se je dotaknemo z dlanjo. Nikoli naj ne preseže  $60^{\circ}\text{C}$ . Z zanesljivim termometrom moramo torej skrbno meriti temperaturo plošče. Zato delajmo poskuse le v šolskem laboratoriju ob prisotnosti učitelja fizike.

*Andrej Likar*

---